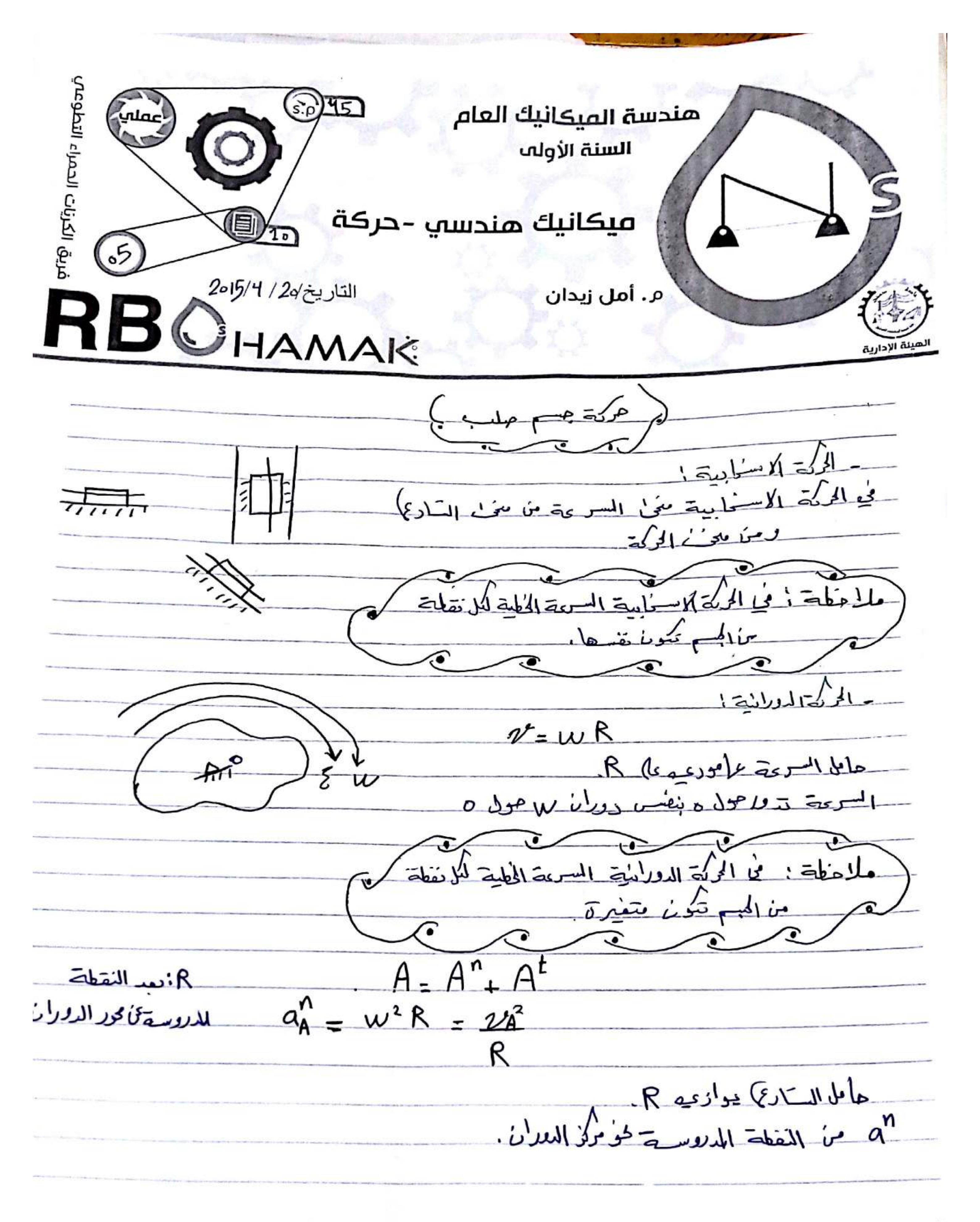


حركة جسم صلب

- الحركة الانسحابية:

في الحركة الانسحابية منحى السرعة من منحى التسارع ومن منحى الحركة

ملاحظة: في الحركة الانسحابية السرعة الخطية لكل نقطة من الجسم تكون نفسها.

- الحركة الدورانية:

$v = wR$

حامل السرعة عامود على R.

السرعة تدور حول o بنفس دوران w حول o

ملاحظة: في الحركة الدورانية السرعة الخطية لكل نقطة من الجسم تكون متغيرة.

R: بعد النقطة المدروسة عن محور الدوران

$$A = A^n + A^t$$

$$a^n_A = w^2 R = \frac{v_A^2}{R}$$

حامل التسارع يوازيه R.

a^n من النقطة المدروسة نحو مركز الدوران.

$a^t = \varepsilon R$

حامل التسارع المماسي عامودي على R

الاتجاه: باتجاه دوران ε حول O

طرق نقل الحركة:

1) المسننات: شرط نقل الحركة:

$v_{A_1} = v_{A_2}$

$w_1 R_1 = w_2 R_2$

$A^t_{A_1} = A^t_{A_2}$

$\varepsilon_1 R_1 = \varepsilon_2 R_2$

A: نقطة التعشيق

w_1 w_2 A v_A

تعشيق داخلي:

تكون جهة دوران w_1 و w_2 في نفس الاتجاه.

w_2 w_1

تعشيق خارجي:

تكون جهة دوران w_1 , w_2 في عكس الاتجاه.

2) السيور - الحبال - الجنازير:

شرط نقل الحركة:

$v_A = v_B$

$w_1 R_1 = w_2 R_2$

$A^t_A = A^t_B$

$\varepsilon_1 R_1 = \varepsilon_2 R_2$

في حالة السير العادي تكون جهة W_1 و W_2 في نفس الاتجاه.
((لأنه شكل المستقيم الداخلي))

في حالة السير المتقالب تكون جهة W_1 عكس جهة W_2
((لأنه شكل المستقيم الخارجي))

شرط نقل الحركة:

$v_A = v_{A'} = W \cdot R$

$A_A = A^t_{A'} = \varepsilon R$

م ١٥ | تدور البكرة المتدرجة بسرعة زاوية ($W = 25\ r/s$) وتسارع زاوي مقداره ($\varepsilon = 6\ r/s^2$) وفق الاتجاهات الموضحة على الشكل فإذا كان:

$r_1 = 160\ mm$, $r_2 = 400\ mm$, $r_3 = 540\ mm$

المطلوب: في النقطة المبينة في الشكل حساب سرعة الأثقال C و B و A وتسارعها.

الحل:

$v_A = v_{A'} = W r_1$

$v_A = 25 \times 0{,}16 = 4\ m/s$ ↓

$A_A = A^t_{A'} = \varepsilon r$

$= 6 \times 0{,}16 = 0{,}96\ m/s^2$ ↓

$v_B = v_{B'} = W r_2$

$= 25 \times 0{,}4 = 10\ m/s$ ↓





$$A_B = A^t_{B'} = \varepsilon r_2$$
$$= 6 \times 0{,}4 = 2{,}4\ m/s^2 \downarrow$$

$$v_c = v_{c'} = w r_3$$
$$= 25 \times 0{,}54 = 13{,}5\ m/s \downarrow$$
$$A_c = A^t_{c'} = \varepsilon r_3$$
$$= 6 \times 0{,}54 = 3{,}24\ m/s^2 \downarrow$$

11
192

يقوم المسنن الصغير A بتدوير المسنن B والذي يتصل بدوره بأسطوانة الرفع C كما هو مبين في الشكل. نفرض أن الحمل L قد بدأ حركته من السكون ثم تسارعت حركته بانتظام واكتسب سرعة مقدارها 2m/s عندما وصل إلى ارتفاع 0,8m فوق موضع البداية. المطلوب:

1) تسارع النقطة C

2) السرعة الزاوية والتسارع الزاوي للمسنن A؟

الحل:

1) $A_c = A^n_c + A^t_c$

$a^n_c = w_B^2\ (0{,}4)$

$a^t = \varepsilon_B\ (0{,}4)$

$v_L = v_{L'} = w\,0{,}4$

$w = \frac{v_{L'}}{0{,}4} = \frac{2}{0{,}4} = 5\ r/s$

$$a^n_c = (5)^2(0{,}4) = 10\ m/s^2$$
$$v_2^2 - v_0^2 = 2A\,\Delta y$$
$$(2)^2 - 0 = 2A(0{,}8)$$
$$\Rightarrow A = \frac{4}{1{,}6} = 2{,}5\ m/s^2$$



$$A_L = A_L^t = \varepsilon_B r_B$$

$$\varepsilon_B = \frac{2,5}{0,4} = 6,25\ r/s^2$$

$$\Rightarrow w_B\, 0,3 = w_A\, 0,2$$

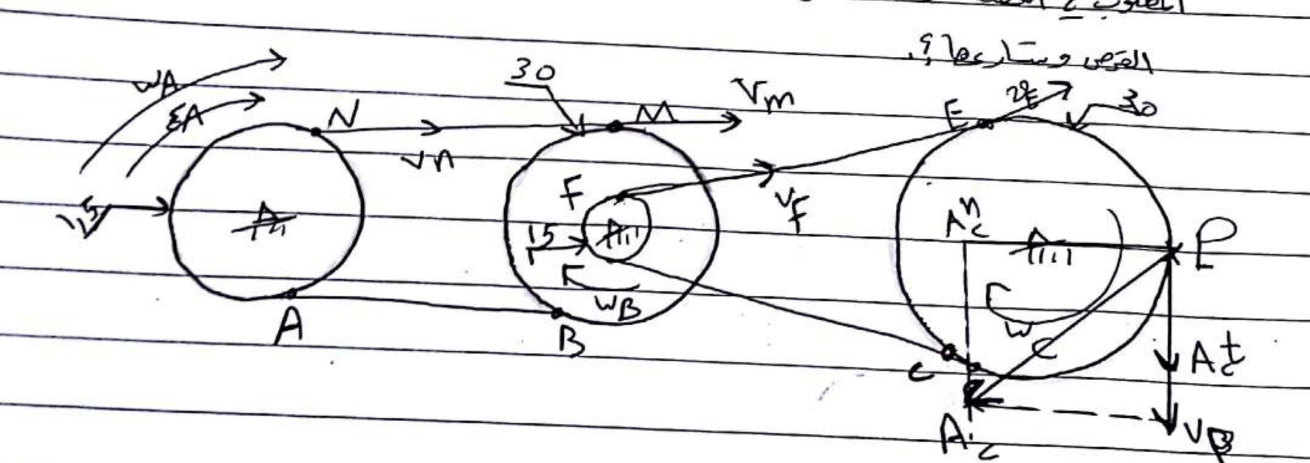
$$w_A = \frac{(0,3)(5)}{0,2} = 0,75\ r/s$$

$$\Rightarrow \varepsilon_B\, 0,3 = \varepsilon_A\, 0,2$$

$$\varepsilon_A = \frac{6,25 \times 0,3}{0,2} = 2,3\ r/s^2$$

5/189 يدور قرص دائري مثبت على محور أفقي Ac بتسارع زاوي ثابت مقداره ($\varepsilon = 0,3\ r/s^2$) وعكس اتجاه اليمين في الشكل بدأ ابتداءً الحركة من السكون وكان نصف قطر القرص ($r = 20\ cm$)

المطلوب: في اللحظة الموافقة للزمن ($t = 10s$) حساب سرعة النقطة B الواقعة على محيط القرص وتسارعها؟



الحل:

$$w - w_0 = \varepsilon t$$

$$w_A = \varepsilon t = 10 \times 3$$

$$w_A = 30\ r/s$$



$v_N = v_M$

$w_A r_A = w_B r_B$

$w_B = \frac{w_A r_A}{r_B} = \frac{30 \times 15}{30} = 15\ r/s$

$A_N^t = A_M^t$

$\varepsilon_A r_A = \varepsilon_B r_B$

$\varepsilon_B = \frac{\varepsilon_A \cdot r_A}{r_B} = \frac{10 \times 15}{30} = 5\ r/s^2$

$v_F = v_E$

$w_B\ 15 = w_c\ 30$

$w_c = \frac{15 \times 15}{30} = 7{,}5\ r/s$

$A_F^t = A_E^t$

$\varepsilon_B\ (15) = \varepsilon_c\ (30)$

$\varepsilon_c = \frac{5(15)}{30} = 2{,}5\ r/s^2$

$v_P = w_c r_c$

$v_P = 7{,}5 \times 30$

$v_P = 225\ m/s$

$a_c^n = w_c^2\ r_c = (7{,}5)^2 . (30)$

$a_c^n = 1{,}68\ m/s^2$

$a_c^t = \varepsilon_c r_c = (2{,}5).(30)$

$a_c^t = 75\ m/s^2$



6 / 122: يدور قرص دائري مثبت على محور أفقي بتسارع زاوي ثابت مقداره $(\varepsilon = 0{,}3\ r/s^2)$ ومنقد الحركة المبين في الشكل بالابتداء الحركة عن السكون وكان نصف قطر القرص $(r = 20cm)$

المطلوب في اللحظة الموافقة الزمن $(t = 10s)$ حساب السرعة في النقطة B الواقعة على محيط القرص وتسارعها.

الحل:

$\varepsilon = 0{,}3\ r/s^2$

$w_0 = 0$

$t = 10s$ ، و $r = 20cm$

(السرعة متزايدة بانتظام)

$w - w_0 = \varepsilon t$

$w = \varepsilon t + w_0$

$\Rightarrow w = 0{,}3 \times 10 + 0 \Rightarrow w = 3\ r/s$

$v = w \cdot r$

$v = 3 \times 20 \times 10^{-2}$

$v = 0{,}6\ m/s$

---

7 / 122: يتوم المسننان B و A بجر الثقل C بواسطة بكرة وحبل كما هو مبين في الشكل حيث يدور المسنن الصغير بسرعة زاوية ابتدائية مقدارها $(w_1 = 27\ r/s)$ ثم تتباطأ حركته بانتظام $(\varepsilon_1 = -5\ r/s^2)$ فإذا كان:

$(r_1 = 20cm)$ و $(r_2 = 40cm)$ وكان نصف قطر البكرة $(r_0 = 10cm)$

المطلوب في اللحظة الموافقة لـ $(t = 3s)$ حساب ما يلي:

السرعة الزاوية لكل من المسنن الصغير A، والمسنن الكبير B وسرعة الثقل المرفوع وتسارعه؟





1) $w_1 - w_0 = \varepsilon t$

$w_1 = w_0 + \varepsilon t$

$w_1 = 27 + (-5) \cdot 3$

$w_1 = 12\ r/s$

2) $v_{A_1} = v_{A_2}$

$w_1 R_1 = w_2 R_2 \Rightarrow w_2 = \frac{w_1 r_1}{r_2} = \frac{12 \cdot 20}{40}$

$w_2 = 6\ r/s$

3) $v_c = v_{c'}$

$v_c = w_2 r_0 = 6 \times 10 = 60\ cm/s$

8 / 190 | تدور البكرة A بواسطة محرك كهربائي في الجهة الموضحة في الشكل حيث تبدأ حركتها من السكون من الوضع الموافق لـ $(s=0)$ بتسارع زاوي منتظم مقداره $(\varepsilon_A = 6\ r/s^2)$ فإذا علمت أن البكرتين C و D تدوران معاً حول المحور نفسه المطلوب في اللحظة التي يصبح فيها الثقل B ارتفاع $(s=7,5m)$ حساب ما يلي:

1) السرعة الزاوية للبكرة A.

2) السرعة الزاوية للبكرة C.

3) سرعة الحمل B.

$$S_c = S_{c'}$$

$$\Rightarrow 7.5 = r_o\, \theta_o$$

$$\theta_o = \frac{7.5}{0.075} = 100\ rad$$

$$\theta_c = \theta_o = 10\ rad$$

$$S_c = S_A$$

$$\theta_c \cdot r_c = \theta_A \cdot r_A$$

$$\theta_A = \frac{100 \times 150}{50} \Rightarrow \theta_A = 300\ rad$$

$$w_A^2 - w_{A_0}^2 = 2\,\varepsilon\,\theta_A$$

$$w_A^2 = 2 \times 6 \times 30 \Rightarrow w_A = 60\ rad/s$$

$$w_A \cdot r_A = w_c\, r_c$$

$$w_c = \frac{60 \times 50}{150} \Rightarrow w_c = 20\ r/s$$

$$w_c = w_o$$

$$v_c = v_{c'} = w_o\, r_o$$

$$= 20 \times 50 = 1000\ m/s$$

10
191

تشكل البكرتان الموضحتان في الشكل وصلة متكاملة لذا فهما تدوران معاً حول محور ثابت
يمر من نقطة o ، ففي لحظة معينة كانت سرعة النقطة A الواقعة على سير البكرة الصغرى
تساوي ($V_A = 1.5\ m/s$) وكان تسارع النقطة B الواقعة على سير البكرة
الكبرى يساوي ($A_B = 45\ m/s^2$) المطلوب حساب تسارع النقطة C ؟




a_B $a_B t$

800 A A

360 mm 150 V_A

w

a^t_c

الحل :

$v_{A'} = 1{,}5 \ m/s$

$A_B = 45 \ m/s^2$

$v_A = v_{A'} = w \cdot r$

$w = \frac{v_A}{r} = \frac{1{,}5}{0{,}075} = 20 \ r/s$

$a_c^n = \frac{v^2}{r} = \frac{w^2 r_c^2}{r} = w^2 r_c =$

$a_c^n = (20)^2 \cdot 0{,}36$

$a_c^n = 144 \ m/s^2$

$a^t = \varepsilon \cdot r_c$

$a_B = a_B^t = \varepsilon \ 0{,}4$

$\varepsilon = \frac{45}{0{,}4} = 112{,}5 \ r/s^2$

Viva RBc's

:)